Le terrain de la géographie physique littorale : une spatialisation politique, une modélisation numérique et une structuration en discours.

Hervé Regnauld[1] et Olivier Planchon[2]

Communication au colloque "À travers l'espace de la méthode : les dimensions du terrain en géographie", Arras, 18-20 juin 2008

Résumé

En géographie la partie de la discipline qui se consacre à l'approche physique du littoral représente de nombreuses publications et d'assez bonnes sources de financement. Le terrain d'étude parait être d'une évidence spatiale indiscutable : le littoral s'impose comme un lieu qui va de soi. Pourtant il n'est pas certain que le mouvement épistémologique qui transforme un lieu linéaire (la côte) en objet scientifique soit si simple. Ce travail signale d'abord que de nombreux travaux sur le littoral ne portent pas sur un objet continu mais sur une série de phénomènes spatialement discontinus, dont le critère de sélection est parfois lié à des demandes de collectivités locales, ou à des financements. La notion de terrain est alors un construit politique. Mais le terrain n'est scientifiquement intéressant que s'il donne lieu à des publications et qu'il permet de proposer des théories (ou des idées) nouvelles. C'est donc un construit académique. Très souvent les facteurs qui expliquent le fonctionnement du terrain sont, spatialement, extérieurs à lui et sont modélisés. Quand ces modèles sont non linéaires, leur capacité prédictive ne correspond pas exactement à ce que la demande politique attend et le résultat scientifique doit être interprété en termes d'hypothèses ou de scenarii. Le terrain devient alors quelque chose qui ressemble fortement à un discours. Il semble donc que l'objet terrain soit une sorte d'hybride conceptuel, au croisement de déterminations théoriques, politiques et discursives. Son régime de spatialité est en fait, assez peu naturaliste.

Mots clés : Littoral, terrain, politique, modèles, discours

Abstract

The part of geography which deals with physical issues on coast lines provides many research opportunities and fundings. Within this framework, "field" is obviously non problematic : coast lines are easy to define. Thought, the epistemological attitude which moves coastlines from spatial objects to scientific issues is not simple at all. This paper argues that coasts are non-evident spatial objects as they are very often studied as non continuous features. Most often local political bodies do set the stakes (and the fundings) and decide which behaviour, and which parts of the coasts are worth being studied. "Field" appears as a social construct, partly forced by the availiability of research money. "Field" is also built by the scientific publications and models. The non linear ones imply that some controlling

[1] Professeur, Université européenne de Bretagne, Costel, UMR 6554 CNRS, Université Rennes2, place H. Le Moal, 35043 Rennes cedex. herve.regnauld@uhb.fr

[2] Chargé de recherche Université européenne de Bretagne, Costel, UMR 6554 CNRS, Université Rennes2, place H. Le Moal, 35043 Rennes cedex. olivier.planchon@uhb.fr

factors are located out of the spatial limits of the studied part of the coast. Therefore "Field" becomes something which is talked of, as much as something which is calculated. It partly belongs to the realm of the theory, partly to the stakes of politics and partly to the world of discourses.

Key words : Coasts, field, politics, models, discourse.

La notion de terrain, pour une pratique scientifique telle que la géographie physique littorale prend la forme d'une évidence simple : le terrain est par définition le littoral lui même, ou le trait de côte et ses abords, marins ou terrestres immédiats. Il n'y a pas à première vue, de discussion possible sur la nature d'un tel terrain et la seule interrogation porte son extension, vers l'intérieur. Certains parlent ainsi d'un milieu océanique en mer et d'un milieu océanisé sur terre (Vigneau, 1990). D'autres invoquent la notion de gradient (Planchon, 1997). C'est parfois le terme interface qui est utilisé (Dean, 2003). Toutes ces réflexions confortent l'idée que le littoral est un lieu clairement identifié et que sa forte originalité nécessite qu'on réfléchisse avec minutie à son extension spatiale. En tant que terrain d'étude scientifique le littoral paraît donc être un objet sans ambiguïté (le contact terre mer) dont la seule dimension problématique est d'ordre topologique : où s'arrête-t-il ?

Il est pourtant possible que les choses ne soient pas si simples et que le statut du terrain littoral soit en lui même un objet de questionnement. L'apparente évidence spatiale (le lieu du contact eau salée/terre) ne produit pas nécessairement une évidence conceptuelle. Pourquoi, en effet un tracé si linéaire et mobile est-il érigé en lieu d'intérêt scientifique ? Comment devient-il objet d'étude ?

Ce travail se propose d'explorer un terrain polémique : il examine le rôle du politique dans la constitution d'un savoir scientifique consacré au littoral, et son influence sur la définition des « limites » du terrain. Il aborde aussi les réponses, les objections, que les scientifiques de terrain font à de telles délimitations spatiales. Il aborde enfin un enjeu un peu paradoxal : pris entre des contraintes politiques spatialisées et des modèles scientifiques numérisés, il semble que le terrain soit un objet qui appartient plus à l'ordre du discours qu'à l'ensemble des faits naturalistes.

Le terrain au sens politique du terme : une définition spatiale, problématisée et socialement légitime.

Notre démarche est délibérément non essentialiste. Nous pensons, en suivant les idées de Hottois (2004), que la recherche scientifique (en géographie) n'a pas pour but la construction d'une vérité absolue, mais la mise en place d'une instance de discussion quant à la cohérence et à la pertinence d'énoncés concernant des territoires. Une science universitaire doit, selon nous, être jugée selon sa capacité à créer des objets scientifiques qui permettent ce type de débats. Comment, alors, faire du terrain un objet de science ?

Le premier *critère* est la cohérence, c'est à dire l'établissement d'une relation univoque entre les buts et les productions. Une science comme la géographie a vocation à produire une connaissance utilisable par la totalité des membres d'une société spatialisée. Cette forme d'universalité est à la base d'une politique de diffusion. C'est cette vocation universelle qui fonde son droit à être financée par de l'argent public. En ce sens elle se

différencie d'une recherche privée, qui est certes tout aussi scientifique, mais qui vise à donner à une entreprise un avantage concurrentiel, au détriment d'une autre entreprise. Elle se différencie aussi d'une démarche artistique qui n'a pas l'utilité sociale comme critère prioritaire de jugement. Elle se différencie également d'une recherche philosophique qui peut légitimement revendiquer de produire une méta théorie partisane et non pas universelle. La cohérence d'une pratique scientifique universitaire se mesure au fait qu'elle utilise des fonds publics pour produire des résultats publics, évalués publiquement selon des critères d'intérêt collectif.

Le second *critère* est la pertinence spatiale. Il s'apprécie dans la relation entre ce qui relève du discours théorique et ce qui relève du fait mesuré sur le terrain en tenant compte de toutes les interactions qui existent entre les deux (Lévy, 2007). Cette relation implique la durée car le terrain littoral est changeant dans le temps. Ce que la géographie physique littorale affirme théoriquement doit être vérifiable et la seule vérification possible est d'une part sur le moyen/long terme et d'autres part dans le domaine du pragmatique. Elle relève souvent (pas exclusivement cependant) de la pratique de l'aménagement.

De ces positions découlent quelques conséquences qui ont une grande importance pour la notion de terrain en géographie physique littorale et, probablement aussi dans les disciplines avec les quelles les géographes sont amenés à travailler.

La première conséquence est que le terrain est spatialement contraint par le croisement de deux démarches, l'une étant Top Down et l'autre Bottom Up. D'une part les scientifiques ont légitimité à dire qu'ils s'attachent à tels types d'objets (et de méthodes) et peuvent donc imposer une définition de leur pratique à partir d'une essentialisation de leurs objets d'études (on peut revendiquer pour les faits biologiques, ou sociaux, un statut ontologique qui justifie qu'on les étudie en tant qu'ils sont spécifiques). Mais dans un autre sens, du bas vers le haut, les « récipiendaires » de la science ont légitimité à demander aux scientifiques d'étudier tel ou tel « problème » qui n'est pas nécessairement situé dans les catégories pré-définies par les scientifiques.

Dans ce type de situation, il est fréquent que les scientifiques traduisent le problème dans les termes disciplinaires qu'ils ont l'habitude de manier. Cette attitude déclare explicitement que la demande sociale n'est pas capable de poser un questionnement en termes scientifiques et que c'est aux scientifiques de construire la problématique dont la demande sociale ne serait en fait, qu'un symptôme. Notre expérience de terrain nous a convaincu que cette attitude est non seulement arrogante mais surtout, souvent fausse. En de nombreuses occasions des collectivités territoriales (dans les quelles les chargés de mission ont souvent des doctorats et dont les élus sont parfois aussi universitaires) savent parfaitement bien poser des problématiques scientifiques trans-disciplinaires (et financer des allocations de doctorat pour les traiter, Pupier-Dauchez, 2002). Il faut alors que les scientifiques acceptent de prendre au sérieux un enjeu scientifique qui déborde, qui transgresse, qui déstabilise leurs pratiques (voire leurs théories) usuelles. Il faut alors repenser la science à partir de la demande sociale et non pas convertir le questionnement social original en problématique scientifique déjà connue. La notion de cohérence exposée plus haut prend maintenant tout son sens. Entre la demande sociale et la pratique scientifique l'exigence de cohérence impose une sorte de symétrie : la science n'est pas dominante et n'a pas à elle seule à définir ses normes. La demande sociale a son mot à dire... à condition bien sur qu'elle ne devienne pas dominante à son tour. La science est à la fois ce que les scientifiques revendiquent de faire et ce que la société leur demande de produire.

Une spécificité de la géographie physique littorale est que la demande sociale est souvent formulée à partir d'une problématique spatialement confondue avec un lieu, un terrain qui pose problème. Sur le littoral en particulier il a longtemps semblé aller de soi que le terrain se confonde avec l'objet d'étude mais il est possible de montrer que cette réification de l'objet scientifique dans l'étendue spatiale peut être fondée sur deux séries de justifications théoriques qui sont discutables.

Le terrain est continu

Dans nombre de travaux de géographie physique littorale la délimitation spatiale de l'objet équivaut à une définition logique d'une problématique (la thèse de Paskoff publiée en 1970 est emblématique en France comme le PhD de Van der Speck 1994 aux Pays Bas…). Ce parti pris n'est pas qu'une affaire de circonstances, il repose sur deux piliers épistémologiques toujours solides.

Le premier est directement naturaliste : le littoral fonctionne effectivement par secteurs, par portions et il est indispensable d'étudier toute l'étendue de ce secteur pour comprendre les mouvements observés. La base de ce raisonnement est bien fondée par des lois physiques exprimées dans de nombreuses publications (Bray et al, 1995) : sur un littoral le sédiment se déplace depuis des sites sources (une falaise qui recule) jusqu'à des sites puits (une baie qui stocke) en passant par des sites de transits à haute variabilité morphologique. Il y a donc une échelle spatiale pertinente, celle qui englobe toute la cellule sédimentaire et elle est justifiée par la prise en compte d'une dynamique. Dans ce cas la dynamique est souvent appréhendée en terme de bilan et permet de penser des rapports érosion/accumulation, et de les replacer dans un contexte régional.

L'étude des climats côtiers repose exactement sur le même type de raisonnement et renforce l'idée selon la quelle le littoral est assimilable à une ligne continue à l'image d'une vue aérienne du trait de côte. La bordure atlantique française exposée au flux dominant d'ouest des espaces a une topographie peu accidentée et un littoral peu indenté dans son ensemble. Ainsi, malgré son extension en latitude (entre 43 et 48°N), l'étude des conditions climatiques de la côte atlantique fait clairement ressortir le poids du gradient spatial associé à la discontinuité mer-terre sur l'effet de la latitude, négligeable en comparaison (Planchon, 2000). L'effet de façade est ici discriminant et donne au littoral atlantique français une unité climatique indubitable.

Un deuxième pilier est moins fondé sur un fonctionnement naturaliste en façade que sur une politique d'aménagement. Tout le littoral administré par une autorité responsable de l'aménagement doit être étudié comme un tout. Il y a une logique spatiale d'ordre administratif qui est tout à fait légitime. Elle est justifiée par la capacité d'exercer un pouvoir de contrainte réglementaire.

Durant de nombreuses années une bonne partie du travail des littoralistes a été de convaincre les autorités de tutelles qu'elles devaient faire, autant que possible, coïncider les délimitations administratives avec les délimitations dynamiques (Devoy, 1992). C'est en cela, par exemple que la mise en place des Schémas de Mise en Valeur de la Mer a été (théoriquement !) un élément important dans la gestion des littoraux. Dans ce type de contexte le terrain est un continu homogène parcouru par des flux et l'échelle de temps idéale est celle de plusieurs années, qui permet de voir des différences spatiales (recul/gain) et de les

interpréter en terme de vitesse d'évolution. L'outil privilégié est souvent l'image ou la photo aérienne.

Le terrain est discontinu.

Dans un deuxième sens le terrain du littoraliste n'est pas un lieu linéairement continu, mais un type de forme ou de processus, répandu en plusieurs sites disjoints. On peut ainsi être le spécialiste des cordons de galets (Yoni, 1995), des tempêtes (Trzpit, 1978) des marais (la thèse de Verger publiée en 1968 est emblématique, mais aussi les travaux Morel, 1997). Dans ce cas comme dans le précédent, le rapport au terrain n'est pas simplement empirique : dès le départ il est problématisé en fonction d'un critère unique, qui est souvent le caractère exceptionnel d'un site original ou d'un événement exceptionnel.

Les sites sont souvent définis à partir d'une originalité lithologique Il y a des formes rocheuses en roches dures, des formes en galets, des formes en sable, des formes faites de vases, et des spécialistes de chaque forme. La logique qui spécifie ainsi que le terrain « falaise » n'est pas le terrain « dune » est, elle aussi, logiquement fondée par des lois physiques. Il faut peu d'énergie pour déplacer une turbidite, il en faut plus pour déplacer du sable, encore plus pour des galets. Travailler sur un terrain ainsi défini revient alors à étudier une gamme de processus morpho dynamiques qui sont spécifiques à un type de matériel (et pondérés suivant le lieu, abrité, battu) et qui ont donc, en tant que milieux énergétiques particuliers, un intérêt scientifique spécifique (Regnauld et al, 2004). Le modèle conceptuel (processus/réponse) peut être traduit en modèle physique avec des algorithmes déterministes supposant un effet proportionnel à une cause. Dans ce contexte le terrain est un site atelier qui a valeur d'exemplarité, un système sensible hautement réactif et le principe de son mouvement est le couple classique « process/response ». L'outil privilégié est l'instrument de mesure (houlographe, courantomètre, etc…) et le pas de temps essentiel est de l'ordre de la minute, heure, jours.

Le plus souvent le terrain d'études est défini comme l'espace où des phénomènes météorologiques extrêmes ont lieu. Cyclones tropicaux et tempêtes extratropicales sont des objets difficiles à appréhender dans un contexte climatique donné, en raison de leur caractère aléatoire, violent, relativement restreint dans le temps et dans l'espace (par leurs impacts notamment), et leur fréquence d'apparition est peu élevée. Deux ouragans sur trois originaires du Golfe abordent le territoire des Etats-Unis, du Texas à la Floride (Lamarre, 1991). Pourtant, d'après Hebert (1976), trois Américains sur quatre vivant près des côtes du Golfe, du Texas à la Floride, « n'ont jamais expérimenté l'impact direct d'un ouragan, dans un rayon de 50 à 100 miles autour de l'œil ». Ces dernières remarques apparemment contradictoires reflètent bien le problème de la prise en compte d'un objet discontinu dans une étude scientifique nécessitant un certain recul dans le temps et une large fenêtre spatiale.

L'étude des tempêtes extratropicales de l'océan Atlantique nord soulève des problèmes analogues (Ayrault, 1998 ; Jouan, 2005). Les tempêtes de saison froide peuvent toucher d'autant plus durement les littoraux européens que les rivages, de la mer du Nord et de la Baltique en particulier, sont densément peuplés sur de très basses altitudes (Belgique, Pays-Bas, Allemagne du Nord, Angleterre, Danemark). Notons cependant que nombre de villes portuaires de ces régions sont héritières de la Hanse et de sa nébuleuse de cités marchandes, qui ont prospéré dès le XIII^{e} siècle, à une époque où les littoraux de la « Méditerranée nordique » n'étaient pas aussi sécurisés qu'à l'époque contemporaine. Il a fallu attendre la tempête meurtrière et dévastatrice (car accompagnée d'une inondation

marine) de janvier-février 1953 pour la mise en place du « Plan Delta » (*Deltawerken*) aux Pays-Bas.

Dans plusieurs des exemples de tempêtes tropicales ou extratropicales « catastrophiques » l'exception est plus dans l'ampleur des événements que dans leur genèse (Pagney, 1994) : Les cyclones tropicaux d'été-automne et tempêtes de saison froide en Europe du Nord-Ouest sont « *des excès météorologiques dans la logique des rythmes climatiques saisonniers* », à classer dans la même catégorie que les pluies torrentielles d'automne en France méditerranéenne. Leur exceptionnalité fait qu'ils ne peuvent pas définir un terrain comme un continu mais comme un ensemble de points d'impact.

Ces deux « terrains » continus et discontinus ne s'opposent pas comme un terrain naturaliste et un terrain modélisé. Les deux sont indissociables puisque c'est le modèle qui détermine le découpage de l'espace étudié. En ce sens la géographie physique littorale est une activité sociale qui privilégie un paradigme (parmi deux), qui en déduit un cadre spatial et produit un savoir que les acteurs locaux de l'aménagement peuvent réinvestir, quasiment en temps réel. Dans les deux cas (terrain continu sur une région ou terrain discontinu défini par un type de processus) il y a une conception « classique » de la géographie physique comme science attachée à étudier des particularismes à condition qu'ils servent à établir des savoirs généraux. Le fait original est que ce classicisme n'est aucunement contradictoire avec une modélisation numérique.

Du premier temps de cette réflexion peuvent être extraites deux conclusions et deux conséquences. 1) La recherche universitaire publique doit rendre compte de son travail aux puissances publiques qui sont des entités territoriales. La dimension spatiale joue donc non seulement dans la définition de l'objet d'étude mais dans la dimension d'évaluation de la cohérence du savoir élaboré. 2) Les collectivités territoriales ont la capacité à formuler des problématiques scientifiques aux quelles les scientifiques universitaires n'ont pas encore pensé. Il en résulte d'une part que la définition de la pertinence d'un terrain d'étude n'est pas du seul ressort de la science et d'autre part qu'il est totalement indifférent que ce terrain soit spatialisé comme un continu ou comme une collection discrète d'entités éparses.

Les notions de comportement : une réponse numérique pour relativiser l'importance du politique dans le spatial

L'enjeu épistémologique actuel est de penser le terrain comme une entité au statut scientifique clair mais à la spatialité mal définie. La notion de limite, ou de périmètre, a un sens bien qu'elle soit délicate à fixer, ou à cartographier. L'outil conceptuel qui permet le moins mal de réfléchir au sujet d'un lieu dont les limites sont floues mais les mécanismes connus est le modèle de comportement. De nombreux travaux ont peu à peu, au cours des années 90, mis en place les lignes générales de ce type d'approche. Parmi les travaux les plus significatif, il faut mentionner ceux d'une sorte d'école australienne, avec, par exemple les modèles développés par Cowell *et al*, dès 1992 et 1993.

Le terrain est mouvement.

Cette démarche a un coté révolutionnaire parce qu'elle suppose une nouvelle définition du terrain : le terrain n'est pas seulement la continuité des formes (stables) observées mais c'est aussi les flux de matières et les formes possibles que le littoral pourrait prendre au cours des étapes de sa variabilité et de ses variations. Le terrain pourrait même être

ce que des usagers veulent de lui. Le terrain prend alors une épaisseur temporelle : c'est non seulement ce qu'on voit (mesure) le jour de l'étude, c'est aussi l'ensemble des configurations qu'on lui a connues et celles qu'il pourrait prendre. Les deux notions, essentielles d'accomodation space et de résilience apparaissent alors comme les forçages majeurs qui délimitent le terrain dans l'espace et le temps (Regnauld et al, 2008). L'extension spatiale du terrain ne se limite pas à la forme mesurée mais inclut tous les lieux où cette forme pourrait migrer au cours de son évolution et au cours de la remontée du niveau marin. La résilience, elle, définit la variabilité morphologique intrinsèque à la forme, donc les variations de sa distribution spatiale. Il faut alors, pour bien faire, un suivi en temps réel. Le terrain idéal c'est alors le site totalement instrumenté et suivi 365/365 pendant des années. Dans ce cas on peut à la fois penser une tendance sur 50 ans et une série d'événements de quelques heures. On inclut là dedans la notion de forme virtuelle, qui pourrait survenir (Musereau *et al*, 2007).

L'exemple du choix d'un terrain d'étude pour répondre à une demande sociale montre les dimensions transdisciplinaires et appliquées. Les viticulteurs de la région de Stellenbosch (région du Cap en Afrique du Sud) s'étant aperçus que les conditions de maturation du raisin semblaient optimales sur les parcelles exposées à la brise de mer, un projet de recherche sur conventions internationales (France / CNRS – Afrique du Sud / ARC) a été mis en place en 2000-2001 à l'initiative de l'ARC-ISCW (*Agricultural Research Council – Institute for Soil, Climate and Water*), afin de dresser une cartographie de l'extension spatiale de la brise de mer dans la région du Cap, dans le but d'identifier les espaces les plus favorables à la viticulture (Bonnardot *et al.*, 2002 et 2005). Eventuellement de nouveaux espaces identifiés comme « favorables » pouvaient être plantés en vignoble. Ce programme a permis de mettre en commun les compétences d'agronomes, de climatologues et de physiciens de l'atmosphère (modélisation numérique à méso-échelle), tout en gardant un lien étroit avec les professionnels de la viticulture. Le terrain, en l'occurrence le vignoble et son climat est donc défini par un consensus entre des scientifiques et des viticulteurs.

Dans cet exemple on pense le terrain réel et le terrain virtuel à la fois (ensemble) parce qu'on sait que le terrain réel n'est qu'une possibilité parmi d'autres. On pourrait cultiver autre chose que de la vigne. Cela revient à dire que l'on pense ensemble terrain observé et terrain possible donc qu'on dépasse l'opposition entre le réel et modèle…Il n'y a pas le terrain du naturaliste, le terrain du modélisateur, le terrain du viticulteur et le terrain du politique il y a un seul terrain (protéiforme) qui est multiple et inégalement probable et qui doit être pensé non selon l'espace qu'il occupe à l'instant T mais selon l'espace qui est nécessaire à son fonctionnement sur la durée. Le terrain devient alors, pour la première fois un espace théorique continu spatialement (bilans et accomodation) et temporellement (variabilité et tendance). Sa traduction spatiale concrète (la surface qu'il occupe au temps de la mesure) n'est pas une donnée inutile mais n'a pas de sens très important. La nouveauté est dans le fait que, dans ces conditions épistémologiques l'évolution du terrain est difficilement pensable comme finalisée de manière univoque.

Le terrain est imprévisible

La variabilité du terrain et de ses usages est si forte qu'il y a, en effet, à tout moment, un risque de bifurcation et la forme peut évoluer vers un comportement chaotique (Forbes et al, 1995, Orford et al, 2002). Il ne peut y avoir de but à l'évolution car il n'y a pas de chronologie de référence qui puisse définir des pas de temps sur les quels une mesure du changement a un sens scientifique. Un exemple classique a été théorisé dès 1992 par

Malanson (et al), au sujet de versants sub-aériens et il a été ensuite modifié pour s'appliquer au littoral (Regnauld et al, 2002 ; Southgate et al, 2003).

L'équation de base est selon Malanson (*et al*) « oversimplified » mais elle permet de discuter clairement des conditions où un chaos non déterministe peut survenir, et sous quelles conditions. Elle a pour intérêt principal de démontrer pourquoi un modèle linéaire implique que l'espace dans le quel il est défini (les conditions limites) soit dépassé afin de basculer dans un fonctionnement non linéaire qui seul décrit convenablement le fonctionnement du littoral observé. Le basculement implique alors que les limites spatiales et temporelles du terrain soient mises en cause. Cela signifie que toute approche déterministe (linéaire avec prédiction possible) ne peut être spatialement extrapolé qu'au prix d'un basculement dans le non linéaire et dans un déterminisme non prédictif.

Soit la relation simple, équation (1) :

$$Z_{i\ (t+1)} = Z_{i\ t} + a\ (Z_{i-1} - Z_i)_t - a\ (Z_i - Z_{i+1})_t \quad (1)$$

Z est une altitude pour les points Zi-1, Zi et Zi+1 qui sont contigus comme sites source, de transit et puits. « a » est un coefficient synthétique (qui peut parfaitement être empirique) qui, en gros, indique quelle quantité de matériel transite par unité de temps d'un Z à l'autre. L'altitude de Z au temps t+1 est fonction de celle du temps T, augmentée de la différence entre Zi-1 et Zi et diminuée de la différence entre Zi et Zi+1. Cela revient à dire que Z varie en fonction des apports venus de Zi-1 et des pertes allées vers Zi+1. Les conditions limites sont que ni Zi-1 ni Zi ni Zi+1 ne peuvent s'annuler. Dans une cellule sédimentaire fermée et théorique cette équation peut parfaitement conduire à des calculs de bilans très proches des mesures faites sur le terrain. Néanmoins, sur le terrain il est rare que tout le sédiment vienne de la source et que tout le sédiment se limite au puits sans en sortir. Le terrain ne fonctionne pas avec une logique du tiers exclu.

Si on utilise l'équation dans un système ouvert (avec des entrées en Zi-1 et des sorties en Zi+1, soit une logique de tiers inclus) elle n'est plus linéaire du tout car le rythme des entrées et celui des sorties ne sont pas nécessairement équivalents. Par unité de temps il peut entrer plus qu'il ne sort et inversement.

L'équation (2) peut être récrite ainsi :

$$Z_{i\ (t+1)} = Z_{i\ t} + a_{t'}\ (Z_{i-1} - Z_i)_t - a_t\ (Z_i - Z_{i+1})_{t''} - S + E \quad (2)$$

Les quantités S (sorties) et E (entrées) correspondent à ce qui vient de (et sort vers) l'extérieur du système. L'espace considéré est l'accomodation space et déborde les seuls sites source/transit/puits. On dépasse alors les conditions limites spatiales de l'équation (1). De plus avec t, t' et t'' il y a trois laps de temps. « t » est celui qui sépare la mesure de Z de celle de Zt, de manière parfaitement classique comme dans (1). « t' » est l'intervalle de temps (inférieur ou égal à t) durant le quel les conditions météo-marines ont été réunies (par exemple des tempêtes, mais aussi des apports extérieurs) pour que le site source fournisse effectivement du matériel. Symétriquement « t'' » est l'intervalle de temps durant le quel les conditions (en général des temps calmes, mais aussi des apports extérieurs) permettent au matériel de s'accumuler dans le site puit. Ces deux laps de temps n'ont aucune raison d'être égaux puisque les conditions qui les rendent possibles ne sont pas identiques. L'équation devient alors chaotique et ne peut pas être strictement déterministe.

Le modèle de comportement implique donc un terrain d'étude dont les bornes spatiales sont éventuellement repoussées à l'extérieur du territoire d'étude (et de l'espace mesuré) et dont les pas de temps de fonctionnement ne sont pas uniformes. Les échelles spatiales et temporelles ne sont pas absolument fixées, ne sont pas « déterminables » et en conséquence le terrain étudié durant un temps donnée ne peut pas contenir à lui seul toutes les données qui sont nécessaires à la description de son fonctionnement. Il n'y a pas de prédiction exacte possible. Ceci est un réel problème politique pour les instances publiques demandeuses d'information sur le fonctionnement de leur littoral.

Le terrain est-il un objet discursif ?

Le problème posé a donc une dimension sociale que l'on ne peut pas négliger : plus un littoral est étudié, moins on sait assurément comment il va évoluer. Il existe un lien nécessaire entre le flou des limites spatiales d'un terrain d'étude et la notion éventuelle de finalité de l'évolution de la forme étudiée. Plus généralement il s'agit d'une relation ambiguë entre un ensemble de processus variables et leur impact sur un territoire. Dans un flou pareil, le seul moyen de décider d'un éventuel aménagement passe alors par un ordre de pensée qui n'est pas strictement scientifique mais qui appartient davantage au registre du discours entre acteurs (Mc Fagden et Goff, 2005 ; Dumont, 2007).

Dans l'ensemble le discours dominant (expérimenté comme dominant dans notre pratique personnelle de travail en aménagement littoral) considère que le littoral évolue de façon telle qu'une prévision n'est pas impossible. Cependant certaines collectivités locales, certains acteurs de l'aménagement considèrent que le littoral a un comportement non prévisible et définissent donc leur idée du terrain autrement.

Le terrain est un discours finalisé, il est structuré comme un ordre inéluctable

La notion d'évolution est facile à mobiliser dans un discours sur le littoral puisqu'on peut facilement faire appel à des évidences : le climat change (il se réchauffe), le niveau de la mer évolue (il s'élève), la fréquentation touristique évolue (elle s'accroit). Il parait donc normal de penser que la réponse du littoral à ces trois forçages majeurs est une réponse scientifiquement déterminable et donc politiquement prévisible.

Dans d'assez nombreux cas c'est « relativement » vrai, c'est-à-dire que l'évolution constatée sur un pas de temps précis correspond bien avec un schéma de pensée finaliste : le littoral évolue selon les « lois » apparemment déterministes qui règlent les relations entre masses d'air, masses d'eau et activités humaines. Classiquement on cite Aigues Mortes, avec une sédimentation anthropique qui compense largement la remonté marine et éloigne le littoral ancien de la mer actuelle, ou l'on cite, comme exemple inverse, Etretat avec le recul régulier et inéluctable des falaises, accentué localement par la sur-fréquentation.

Dans le domaine du climat littoral la notion d'évolution prend une tournure plus explicitement politique. Le cas de Los Angeles peut servir d'exemple. Cette ville est située dans le domaine climatique « de type méditerranéen » dans le quel la saison chaude et quasiment sans pluie est favorable au développement de circulations de brises de mer fréquentes, puissantes et aux implications diverses, contradictoires en apparence. D'habitude en effet la brise de mer est considérée comme une « bonne chose » au point que le long des côtes occidentales et méridionales de l'Australie du Sud-Ouest (Clarke, 1955 ; Gentilli, 1971)

des noms laudatifs lui ont été attribués selon la localité côtière à partir de laquelle le vent marin atteint le continent pour s'avancer vers l'intérieur (*Fremantle Doctor*, *Bunbury Doctor*, *Albany Doctor*, *Geraldton Doctor*, *Esperance Doctor*). Le terme de « Doctor », utilisé aussi en Afrique du Sud (Verchin, 1987), désigne un vent qui assainit l'atmosphère. Cependant le développement d'une mégalopole dans ces conditions climatiques peut tout au contraire en faire ressortir les effets négatifs, voire nocifs. Tous les ingrédients nécessaires à l'exacerbation des effets négatifs du climat maritime ont été réunis au XX^{e} siècle dans le bassin de Los Angeles (à 34°N). Sur les bordures océaniques à upwelling (remontées d'eaux froides profondes), le gradient thermique est considérablement renforcé entre l'intérieur à été très chaud et sec et les eaux côtières de surface fraîches. Sur la plaine côtière de Los Angeles, assez large (50 à 80 km), mais cernée à l'intérieur par des montagnes et fortement urbanisée, la brise de mer « pousse » la pollution devant elle en dirigeant vers l'intérieur l'air maritime frais, humide, stable. Le brouillard d'advection peut alors se transformer en *smog* (brouillard pollué et toxique) au-dessus de l'agglomération de Los Angeles, puis est transporté vers l'intérieur, et le front de brise de mer ou de brouillard devient alors un *front de pollution* (Ulrickson et Mass, 1990). Dans un passé récent, Riverside à 60 km de la côte a subi ainsi fréquemment, dans l'après-midi, l'arrivée d'un véritable mur de fumée qui submergeait la ville (Simpson, 1994). L'effet anthropique a donc agi dans le cas de Los Angeles comme un révélateur de certains traits caractéristiques et habituels du climat (circulations de brises de mer et stabilité de l'air) aggravant ces mêmes effets anthropiques. Le phénomène a considérablement régressé à Los Angeles comme dans d'autres grandes agglomérations des pays industrialisés, du fait des efforts technologiques (moteurs et industries « propres » ; Pagney, 1994) et la préoccupation croissante pour les questions environnementales n'est sans doute pas étrangère à la décision des autorités de Californie d'appliquer les clauses du protocole de Kyoto dès août 2006, alors que l'Etat fédéral refuse toujours de le ratifier. Cette préoccupation dépasse ici les clivages politiques traditionnels, puisque le gouverneur de Californie Arnold Schwarzenegger est républicain…

Avec ces enjeux épistémologiques et politiques la notion de terrain est placée sous le contrôle d'un modèle d'évolution et de fonctionnement. Ce modèle place explicitement le terrain sous le patronage de la méta-théorie. Il faut en effet une théorie surplombante qui explique en quoi une modélisation permet une prévision, donc l'établissement de critères pour la validité à moyen/long terme d'un aménagement. Dans un contexte dont le vocabulaire paraît maintenant un peu daté, assez « conservateur », le modèle peut être celui de la notion d'équilibre, c'est à dire de l'harmonie entre processus et réponses. Il s'agirait, si l'on suit, par exemple Reffay (1996) de tenter d'expliquer pourquoi des formes en équilibre sont « belles et harmonieuses » tandis que la durée « efface mystérieusement ces formes intermédiaires qui préexistent à l'établissement des équilibres stables et durables ». Il est important de signaler qu'il n'y a de modèle possible, dans ce contexte épistémologique que si l'on postule une évolution orientée par un finalisme quelconque vers un résultat inévitable. L'idée générale est que les conditions naturelles finissent tôt ou tard par créer une forme en équilibre avec les forçages moyens (la météorologie statistique).

Le terrain est alors le lieu métathéorique qui prouve une théorie sur l'évolution du relief, du climat et garantit que cette théorie permet d'aménager à bon escient. Il n'y donc aucune dissociation entre un terrain concret et un modèle conceptuel. Sous cet angle, cette façon de choisir un terrain en géographie physique littorale est extrêmement naturaliste (et qualitative, ce qui n'est pas contradictoire), totalement théorisée et elle produit des résultats viables en aménagement comme le demandent les collectivités territoriales.

Le terrain est un « impossible » et implique l'immobilisme

Certains acteurs de l'aménagement tendent cependant de plus en plus souvent à considérer que le comportement du littoral n'est pas finalisé et qu'il n'est pas prévisible. Assez souvent ce sont des groupes de pression environnementalistes (Lenskek et Bosner, 1999) qui cherchent à s'opposer à un aménagement nouveau. Ils fondent une partie de leur argumentaire sur le fait que la connaissance actuelle du littoral est insuffisante pour permettre d'envisager toutes les conséquences possibles de l'aménagement qu'ils récusent. Pour éviter que des études de terrains nouvelles n'infirment leur remarque, et apportent les connaissances qui font défaut, ils érigent cette non-connaissance en principe. Ils déclarent qu'il est impossible de tout comprendre parce que le littoral résulte d'interactions entre forçages temporellement non synchrones et potentiellement chaotiques. Ils peuvent aussi argumenter du fait que les études d'impacts sont nécessairement limitées à un territoire précis et que certains forçages ont leur cause, leur explication, en dehors de ce périmètre.

Un discours de ce type est scientifiquement fondé. Le problème est que pour passer du registre de la science à celui de la décision politique d'aménagement, il y a un saut conceptuel qui fait, lui aussi, appel à une méta-théorie et à une définition implicite du terrain.

La science en effet s'accommode aisément du fait qu'elle ne connaît pas totalement son objet d'étude et que certains des aspects de son comportement ne sont pas compris. Pour un scientifique ceci n'empêche pas qu'on puisse produire un savoir exact au sujet d'autres aspects. Ceci n'empêche pas non plus de produire un savoir exact, mais partiel, au sujet des points que l'on ne connaît pas totalement. L'exactitude d'un savoir n'est pas inféodée à une dimension totalisante. Quand on prétexte de l'incomplétude du savoir scientifique pour conclure au refus d'un aménagement, on postule (attitude méta théorique) qu'une décision politique ne peut pas être prise si toutes ses conséquences ne sont pas identifiées. On invoque la science pour expliquer que toutes ces conséquences sont in-connaissables et on conclue à un principe de précaution qui, en quelque sorte, préconise de ne rien faire.

Mais dans ce cas l'invocation de la science comme modèle est fausse. La science n'a jamais eu besoin de tout savoir d'un terrain pour travailler dessus, et produire du savoir nouveau. Ne pas savoir quelque chose d'un lieu ne conduit pas la science à s'abstenir d'hypothèses à son égard. Il est donc erroné de prendre la science comme base pour déclarer qu'un lieu, un terrain d'aménagement, doit être épargné au prétexte qu'il est imparfaitement connu.

La méta-théorie implicite est en fait une sacralisation du terrain, qui est présenté comme un espace parfaitement défini dans l'espace et parfaitement inconnu dans son fonctionnement. La seule chose qu'on sache absolument à son sujet c'est qu'on ne sait rien sauf que précisément là où l'aménagement est prévu…il ne faut pas le construire. De plus le terrain ne peut être connu que s'il est connu absolument, selon tous ses aspects, sous toutes les problématiques. Le terrain est alors le lieu, le site, qui a vocation à être parfaitement compris et qu'il est impossible de comprendre parfaitement.

Ce discours est auto contradictoire, mais très crédible. Il définit le terrain comme un « impossible », comme ce dont on sait déjà qu'on ne le connaîtra jamais, mais qu'il faudrait comprendre cependant. Cela revient exactement à fixer à la science des buts extra scientifiques (une connaissance parfaite, un savoir spatialement délimité), puis à prendre acte du fait que la science ne les atteints pas pour s'opposer à une décision politique. La notion de

terrain fonctionne alors comme un outil qui instrumentalise la science au service d'une idéologie de conservation de l'existant sans changement.

Conclusion

Le terrain de la géographie physique littorale a donc l'aspect d'un empilement conceptuel. Il a quelque chose d'une assise spatiale, il est expliqué par des modèles numériques et il est signifié comme discours. D'une façon finalement assez classique le terrain se construit comme une série logique, prenant prétexte de faits (naturalistes) mesurables, utilisant des raisonnements (numériques) quantitatifs et débouchant sur un sens qui est qualitatif et appropriable (politiquement) par une collectivité. Ainsi analysé le terrain est un objet culturel, au sens plein du terme puisqu'il engage une étendue, une symbolisation et une appropriation. Il est donc instrumentalisable pour toutes sortes de discours politiques, dont certains n'ont avec la science que des rapports lointains. Il est donc essentiel d'en pratiquer une approche distanciée et de garder présent à l'esprit que son régime de spatialité est, au final, assez peu naturaliste.

Bibliographie

AYRAULT, F. (1998). *Environnement, structure et évolution des dépressions météorologiques : réalité climatologique et modèles types*. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier (Toulouse), 328 p.

BONNARDOT, V., PLANCHON, O., CAREY, V.A. et CAUTENET, S. (2002). Diurnal wind, relative humidity and temperature variation in the Stellenbosch-Groot Drakenstein winegrowing area. *South African Journal of Enology and Viticulture,* 23 (2), p. 62-71.

BONNARDOT, V., PLANCHON, O. et CAUTENET, S. (2005). The sea breeze development under an offshore synoptic wind in the South Western Cape and implications over the Stellenbosch wine-producing area. *Theoretical and Applied Climatology*, 81 (3-4), p. 203-218.

BRAY M.J., CARTER D.J., HOOKE J.M. (1995). Littoral cell definition and budget for central southern England. *Journal of Coastal Research* 11, p. 391-400.

CLARKE, R.H. (1955). Some observations and comments on the sea breeze. *Australian Meteorological Magazine*, 11, p. 47-68.

COQUE R. (1982). *Géomorphologie*. Armand Colin , 322 p.

COWELL P.J., B.G.THOM (1993). Morphodynamics of coastal evolution, in Carter R.W.G., C.D.Woodroffe eds, "*Coastal evolution, Late Quaternary shoreline morphodynamics* ", Cambridge University Press, p. 33-86.

COWELL P.J., P.S. ROY , R.A.. JONES (1992). Shore face translation model : Computer simulation of Coastal Sand Body response to Sea Level Rise. *Mathematics and Computers in Simulation*, 33 , p. 603-608.

DEAN R. G. (2003). *Beach Nourishment: Theory and Practice*, World Scientific, Singapore, 399 p.

DEVOY R.N. (1992). Question of coastal protection and human response to sea-level rise in Ireland and Britain. *Irish Geography*, 25, p. 1-22.

DOLIQUE F. (2007). *Articulations morphodynamiques. Exemples en milieux tempérés et tropicaux*. HDR ULCO, 234p.

DUMONT M. (2007). "L'espace en expériences.", *EspacesTemps.net,* Il paraît, 18.10.2007 http://espacestemps.net/document3563.html

FORBES D.L., ORFORD J.D., CARTER R.W.G., SHAW J., JENNINGS S.C. (1995). Morphodynamic evolution, self organisation, and instability of coarse clastic barriers on paraglacial coasts. *Marine Geology*, 126, 1/4 ,p. 63-85.
GENTILLI, J. (1971). Climates of Australia and New Zealand. *World Survey of Climatology*, Elsevier Publishing Company, 13, Chap. 5 et 6, p. 53-184.
HEBERT, P.J. (1976). Atlantic hurricane season of 1975. *Monthly Weather Review*, 104, p. 453-465.
HOTTOIS G. (2004). *Philosophie des sciences, philosophie des techniques*, Odile Jacob : 219p.
JOUAN, D. (2005). *Evolution de la variabilité de la fréquence et de l'intensité des tempêtes en Europe de l'Ouest*. Thèse de Doctorat, Université Rennes-2, 167 p.
LAMARRE, D. (1991). Ouragans d'origine atlantique sur l'Amérique Centrale. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 4, p. 237-242.
LENCEK L., BOSKER G. (1999). *The Beach*. Pimlico, 310p.
LEVY J. (2007). "Penser les humains ensemble.", *EspacesTemps.net,* Actuel, 30.11.2007 http://espacestemps.net/document3773.html
MC FAGDEN B. G., GOFF J. R. (2005). An earth systems approach to understanding the tectonic and cultural landscapes of linked marine embayments : Avon-Heathcote Estuary (Ihutai) and Lake Ellesmere (Waihora), New Zealand. J. Q. S., 20 (3) p. 227-237.
MOREL V. (1997). *De la géomorphologie à la gestion des cordons de galets littoraux du bassin de la Manche et de ses abords*. PhD, Brest, UBO-IUEM : 321p.
MALANSON G.P., BUTLER D.R., GEORGAKAKOS K.P. (1992). Nonequilibrium geomorphic processes and deterministic chaos, in Phillips J.D. et Renwick W.H editors : "*Geomorphic Systems*" Elsevier, p.311-322.
MUSEREAU J., REGNAULD H., PLANCHON O. (2007). Vulnérabilité aux tempêtes des dunes littorales : développement d'un modèle de prédiction du dommage à travers l'exemple de Saint Trojan (Ile d'Oléron, France). *Annales de l'Association Internationale de Climatologie*, 4, p.1-22.
ORFORD J. D., FORBES D.L., JENNINGS S.C. (2002). Organisation controls, typologies and time scale of paraglacial gravel-dominated coastal systems. *Geomorphology*, 48, p. 51-85.
PAGNEY, P. (1994). *Les catastrophes climatiques*. P.U.F. « Que sais-je ? », 2878, 128 p.
PASKOFF R. (1970). *Le Chili semi aride*, Biscaye Frères, Bordeaux, 420p.
PLANCHON, O. (1997). *Les climats maritimes dans le Monde*. Thèse de Doctorat, Presses Universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq, 233 p.
PLANCHON, O. (2000). A study of the coastal climates in France using temperature and precipitation data (1961-1990). *Meteorological Applications*, 7 (3), p. 217-228.
PUPIEZ-DAUCHEZ S. (2002). *Le rechargement sédimentaire : de la défense des côtes à l'aménagement du littoral : analyse des pratiques sur la côte atlantique française*, Thèse de doctorat de Géographie, Brest, 510 p.
REGNAULD H., PLANCHON O., GOFF J. (2008). Relative roles of structure, climate, and of a tsunami event on coastal evolution of the Falkland Archipelago. *Géomorphologie, reliefs, processus, environnement*. p. 33-44.
REGNAULD H.,PIRAZOLI P.A., MORVAN G., RUZ M. (2004). Impacts of storms and evolution of the coastline. *Marine Geology*, vol 210, 1-4: 325-337.
REGNAULD H, LOUBOUTIN R.,(2002). Sediment transport in beach and coastal dune environment, Brittany, France. *Sedimentary Geology* 150,p. 17-29.
REFFAY A. (1996). La géomorphologie, composantes et concepts épistémologiques, in Derruau M., 1996 : *Composantes et concepts de la géographie physique*. Armand Colin, p. 57-69.
SIMPSON, J.E. (1994). *Sea breeze and local winds*. Cambridge University Press, 234 p.

SOUTHGATE H., LARSON M., CAPOBIANCO M., JANSEN H., RÓYSKI G., STIVE M., WIJNBERG K. M., HULSCHER S. (2003)**.** Analysis of field data of coastal morphological evolution over yearly and decadal timescales. Part 2: Non linear techniques. *Journal of Coastal Research*, 19, 4, p. 776-789.
TRZPIT, J.P. (1978). Activité cyclonique et rythmes climatiques aux latitudes moyennes. L'exemple du domaine atlantique et des espaces bordiers. *Norois*, 97-98, p. 149-168.
ULRICKSON, B.L., MASS, C.F. (1990). Numerical investigation of mesoscale circulations over the Los Angeles basin. Part II : Synoptic influences and pollutant transport. *Monthly Weather Review*, 118 (10), p. 2162-2184.
VAN DES SPECK A. (1994). *Large scale evolution of Holocene tidal basins in the Netherlands*, PhD Utrecht, 191 p.
VERCHIN, H. (1987). Le Southeaster, la Table et son manteau. *Met-Mar*, 136, p. 24-27.
VERGER F. (1968) : *Marais et Waddens du littoral français*, Biscaye Frères, Bordeaux, 541 p.
VIGNEAU, J.P. (1990). *Vous avez dit océanique ? Introduction à l'étude des régions climatiques du sud-ouest français*. Université de Poitiers, p. 345-359.
YONI, C. (1995). Dynamique des flèches dunaires à pointe libre – Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 531 p.